

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-072743

(43)Date of publication of application : 16.03.1999

(51)Int.Cl.

G02B 27/10

(21)Application number : 09-230977

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 27.08.1997

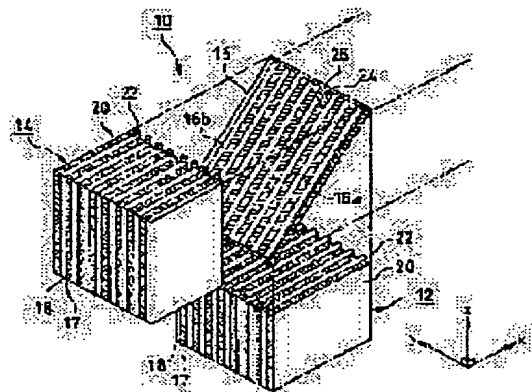
(72)Inventor : KO ARATA  
SUZUKI HIDEO  
KOSAKA MASAOMI  
OBAYASHI YASUSHI  
SAITO MASAYUKI

## (54) CONVERGING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a converging device efficiently increasing light density while arranging a polarizing direction.

**SOLUTION:** The converging device 10 is composed of a semiconductor laser array stack 20 and plural cylindrical lenses 22, and is composed of plural first light sources 12 and second light sources 14 parallel to each other and arranged at an equal interval outputting stripe-shaped luminous flux and an optical plate 16 forming a stripe-shaped light reflective thin film 24 on a surface 16a. Respective light sources and the optical plate 16 are arranged so that the light outputted from the first light source 12 is reflected by the light reflective thin film 24 formed on the surface 16a of the optical plate 16, and the light outputted from the second light source 14 transmits through the part that the reflective thin film 24 of the optical plate 16 isn't formed, and the reflected light and the transmitted light advance in the same direction. Thus, the light density is increased in the state arranging the polarizing direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-72743

(43) 公開日 平成11年 (1999) 3月16日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

G 0 2 B 27/10

識別記号

F I

G 0 2 B 27/10

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-230977  
(22) 出願日 平成9年 (1997) 8月27日

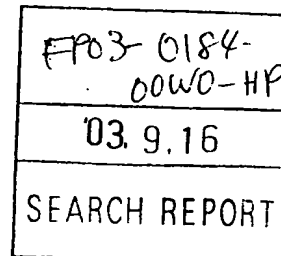
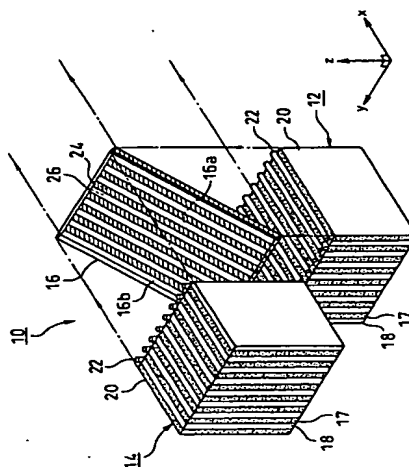
(71) 出願人 000236436  
浜松ホトニクス株式会社  
静岡県浜松市市野町1126番地の1  
(72) 発明者 高 新  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内  
(72) 発明者 鈴木 英夫  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内  
(72) 発明者 高坂 正臣  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名)  
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集光装置

(57) 【要約】

【課題】 偏光方向を揃えたまま効率良く光密度を増加させることができる集光装置を提供する。

【解決手段】 集光装置10は、半導体レーザアレイスタック20と複数のシリンドリカルレンズ22から構成されると共に互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束を出力する第1の光源12および第2の光源14と、表面16aにストライプ状の光反射性薄膜24が形成された光学板16から構成されている。各光源および光学板16は、第1の光源12から出力された光が、光学板16の表面16aに形成された光反射性薄膜24によって反射され、第2の光源14から出力された光が、光学板16の反射性薄膜24が形成されていない部分を透過し、その反射光と透過光が同一方向に進行するように配置されている。その結果、偏光方向を揃えた状態で光密度を増加させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スポットがストライプ状の平行光束を、そのストライプの長手方向と垂直方向に複数個配列した平行光束群を出力する第 1 の光源と、

前記平行光束群を一方の主面に入射させるように配置されると共に、前記一方の主面上の、前記各平行光束が入射する部分に対応する位置に、複数のストライプ状の光反射膜が形成されている光学板と、

スポットがストライプ状の平行光束を、そのストライプの長手方向と垂直方向に複数個配列した平行光束群を出力する第 2 の光源であって、前記第 2 の光源から出力された平行光束群を、前記光学板の他方の主面から入射させて前記光反射膜の間隙を透過させる位置に配置されると共に、前記第 1 の光源から出力されて前記反射膜によって反射した反射光束の光軸と、前記第 2 の光源から出力されて前記光学板内を透過した透過光束の光軸とが平行となるように配置された第 2 の光源と、を備えたことを特徴とする集光装置。

【請求項 2】 前記第 1 の光源は、複数の半導体レーザアレイがスタック状に積層された半導体レーザアレイスタックと、前記各半導体レーザアレイの出射面から出射された光を、半導体レーザアレイの積層方向と平行な方向に集光する複数の集光手段と、から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の集光装置。

【請求項 3】 前記第 2 の光源は、複数の半導体レーザアレイがスタック状に積層された半導体レーザアレイスタックと、前記各半導体レーザアレイの出射面から出射された光を、半導体レーザアレイの積層方向と平行な方向に集光する複数の集光手段と、から構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の集光装置。

【請求項 4】 前記集光手段は、前記半導体レーザアレイに平行に配置されたシリンドリカルレンズ、ガラスファイバレンズ、セルフォックレンズからなる群から選択されるいずれかの集光手段であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の集光装置。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の第 1 の集光装置と、

前記第 1 の集光装置から出力された光束を、一方の主面に入射させて反射させるように配置された偏光ビームスプリッタと、

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の第 2 の集光装置であって、前記第 2 の集光装置から出力された光束を、前記偏光ビームスプリッタの他方の主面に入射させて透過させるように配置されると共に、前記第 1 の集光装置から出力されて前記偏光ビームスプリッタによって反射した反射光束の光軸と、前記第 2 の集光装置から出力されて前記偏光ビームスプリッタを透過した透過光束の光軸

とが平行となるように配置された第 2 の集光装置と、を備えたことを特徴とする集光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば半導体レーザアレイスタックから出力される光束のような、ストライプ状光束の光密度を増加するための集光装置に関するものである。

## 【0002】

10 【従来の技術】 半導体レーザは、高効率、長寿命、小型化が図れることにより、例えば固体レーザの励起用光源として広く用いられている。中でも、活性層をいくつかの単一モードストライプに分割したアレイ構造を持つ半導体レーザアレイを、スタック状に積層した半導体レーザアレイスタックは、高出力を得られる半導体レーザとして注目を集めている。

20 【0003】 しかし、連続発振、あるいは duty 比の大きいパルス発振をする半導体レーザは発熱量が大きく、半導体レーザアレイをスタック状に積層するためには、各半導体レーザアレイ間に放熱板あるいは水冷プレート等を挿入する必要がある。ここで、放熱板あるいは水冷プレートの厚みは通常 1 ～ 2 mm 程度あるため、半導体レーザアレイスタックを構成する各半導体レーザアレイの間隔も 1 ～ 2 mm 程度存在することになる。その結果、半導体レーザアレイスタックから出力されるレーザ光は、スポットがストライプ状の複数の平行光束群となり、光密度が非常に小さくなってしまいう問題点がある。

30 【0004】 上記問題点を解決する手段として、例えば特開平 4 - 7 8 1 8 0 号公報に記載されているように、2 つの半導体レーザアレイスタックから出力されるレーザ光を、偏光ビームスプリッタを用いて合成することにより、レーザ光の光密度を増加させる装置が開示されている。上記装置を用いることにより、1 つの半導体レーザアレイスタックから出力されるレーザ光と比較して大きな密度を有するレーザ光を出力することができるようになる。

## 【0005】

40 【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記装置には以下に示すような問題点がある。すなわち、第 1 に、上記の装置は 2 つの半導体レーザアレイスタックから出力されたレーザ光を合成するために偏光ビームスプリッタを用いている。そのため、2 つの半導体レーザアレイスタックから出力されたレーザ光を合成するときには、各半導体レーザスタックから出力されたレーザ光を、その偏光方向が 90 度だけ異なるように偏光ビームスプリッタに入射させることによって効率良く光密度を増加させることができるが、3 つ以上の半導体レーザアレイスタックから出力されたレーザ光を用いてさらに光密度を増加させることはできないといった問題点がある。

【0006】第2に、上記の装置は偏光ビームスプリッタを用いているため、2つの半導体レーザアレイスタックから出力され、偏光ビームスプリッタによって合成されたレーザ光は、異なる2つの偏光方向を持ったレーザ光が混在することになる。その結果、例えばNd:YLF、Nd:YVO<sub>4</sub>に代表される、光の吸収において偏光依存性を有する固体レーザ媒質に対しては、励起効率を向上させることができないといった問題点もある。

【0007】本発明は上記問題点を解決し、半導体レーザアレイスタックから出力される出力光のような、スポットがストライプ状の複数の平行光束群の光密度を効率良く増加させることができると共に、偏光方向を揃えたまま光密度を増加させることができる集光装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の集光装置は、スポットがストライプ状の平行光束を、そのストライプの長手方向と垂直方向に複数個配列した平行光束群を出力する第1の光源と、平行光束群を一方の主面に入射させるように配置されると共に、一方の主面上の、各平行光束が入射する部分に対応する位置に、複数のストライプ状の光反射膜が形成されている光学板と、スポットがストライプ状の平行光束を、そのストライプの長手方向と垂直方向に複数個配列した平行光束群を出力する第2の光源であって、第2の光源から出力された平行光束群を、光学板の他方の主面から入射させて光反射膜の間隙を透過させる位置に配置されると共に、第1の光源から出力されて反射膜によって反射した反射光束の光軸と、第2の光源から出力されて光学板内を透過した透過光束の光軸とが平行となるように配置された第2の光源とを備えたことを特徴としている。

【0009】集光装置を上記構成とすることにより、第1の光源から出力された平行光束群と、第2の光源から出力された平行光束群とが互いに重なることなく、効率良く光密度を増加させることが可能となる。

【0010】本発明の集光装置は、第1の光源が、複数の半導体レーザアレイがスタック状に積層された半導体レーザアレイスタックと、各半導体レーザアレイの出射面から出射された光を、半導体レーザアレイの積層方向と平行な方向に集光する複数の集光手段とから構成されることを特徴としても良い。

【0011】第1の光源を上記構成とすることにより、第1の光源から、偏光方向の揃った平行光束群を出力することが可能となる。

【0012】本発明の集光装置は、第2の光源が、複数の半導体レーザアレイがスタック状に積層された半導体レーザアレイスタックと、各半導体レーザアレイの出射面から出射された光を、半導体レーザアレイの積層方向と平行な方向に集光する複数の集光手段とから構成されることを特徴としても良い。

【0013】第2の光源を上記構成とすることにより、第2の光源から、偏光方向の揃った平行光束群を出力することが可能となる。

【0014】なお、本発明の集光装置において、第1および第2の光源の双方を、上記のように半導体レーザアレイスタックと集光手段から構成することにより、第1および第2の光源から出力されたレーザ光を偏光方向の揃った状態で合成することが可能となる。

【0015】上記の集光手段は、半導体レーザアレイに平行に配置されたシリンドリカルレンズ、ガラスファイバレンズ、セルフォックレンズからなる群から選択されることが好適である。

【0016】本発明の集光装置は、請求項1～4のいずれか1項に記載の第1の集光装置と、第1の集光装置から出力された光束を、一方の主面に入射させて反射させるように配置された偏光ビームスプリッタと、請求項1～4のいずれか1項に記載の第2の集光装置であって、第2の集光装置から出力された光束を、偏光ビームスプリッタの他方の主面に入射させて透過させるように配置されると共に、第1の集光装置から出力されて偏光ビームスプリッタによって反射した反射光束の光軸と、第2の集光装置から出力されて偏光ビームスプリッタを透過した透過光束の光軸とが平行となるように配置された第2の集光装置とを備えたことを特徴としても良い。

【0017】上記構成とすることにより、第1の集光装置によって密度が増加された光束と第2の集光装置によって密度が増加された光束とを合成することが可能となり、光束の密度をさらに増加することが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る集光装置である。本実施形態に係る集光装置10は、第1の光源12、第2の光源14および光学板16から構成されている。

【0019】第1の光源12は、半導体レーザアレイ17を水冷プレート18を介して複数個積層した半導体レーザアレイスタック20と、各半導体レーザアレイ17から出力されたレーザ光を平行光束とするために各半導体レーザアレイ17の出射面と平行に近接設置された複数のシリンドリカルレンズ22から構成されている。半導体レーザアレイスタック20の出射面は、半導体レーザアレイ17の出射面と水冷プレート18の側面とが交互に配置された形状になっていることより、半導体レーザアレイスタック20の出射面からは、半導体レーザアレイ17の個数と同数のストライプ状の断面を有する光束が出力されることになる。ここで半導体レーザアレイから出力されるレーザ光は通常、ヘテロ接合面に平行な方向（半導体レーザアレイのアレイ方向）への拡がりは小さいが、ヘテロ接合面に垂直な方向（半導体レーザアレイの積層方向）には約40°と大きな発散角を有す

る。そこで、上記のシリンドリカルレンズ 22 を用いることにより、各半導体レーザアレイ 17 から出力された光束を平行光束としている。また、水冷プレート 18 の厚みが均一且つ一定であることから、第 1 の光源 12 から出力される光束は、互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となる。

【0020】光学板 16 は、透光性物質を主材としたプレートから成り、第 1 の光源 12 から出力された光束の光路上に、その光軸と 45 度の角度をなして設置されている。光学板 16 の主面のうち第 1 の光源 12 から出力された光が入射する方の面（以下表面 16a という）上の、前記第 1 の光源 12 から出力された光束が入射する部分およびその近傍には、光反射性の材質から形成される光反射性薄膜 24 が形成されている。すなわち、第 1 の光源 12 から出力される光が、互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束であることより、光学板 16 の表面 16a には、図 2 に示すように互いに平行で等間隔に配列された複数の帯状の光反射膜 24 が形成されている。また、表面 16a 上の、上記光反射性薄膜 24 が形成されていない部分には光透過性薄膜 26 が形成されている。

【0021】第 2 の光源 14 は、第 1 の光源 12 と同様に半導体レーザアレイ 17 を水冷プレート 18 を介して複数個積層した半導体レーザアレイスタック 20 と、各半導体レーザアレイ 17 から出力された光を平行光束とするために各半導体レーザアレイ 17 の出射面に近接して設置された複数のシリンドリカルレンズ 22 から構成されている。したがって、第 2 の光源 14 から出力される光も第 1 の光源 12 から出力される光と同様に、互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となる。

【0022】また、第 2 の光源 14 は、第 2 の光源 14 から出力された光が、その光軸と 45 度の角度をもって光学板 16 の裏面 16b に入射できるような向きに配置されており、かつ、第 2 の光源 14 から出力された互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束が、光学板 16 の表面 16a に形成された光透過性薄膜 26 の部分を透過できるような位置に配置されている。

【0023】光学板 16 が第 1 の光源 12 から出力された光束の光軸および第 2 の光源 14 から出力された光束の光軸の双方と 45° の角度を有して配置されていることにより、第 1 の光源 12 から出力されて光学板 16 上に形成された光反射性薄膜 24 によって反射した複数のストライプ状の光束と、第 2 の光源 14 から出力されて光学板 16 内および光学板 16 上に形成された光透過性薄膜 26 を透過した複数のストライプ状の光束の光軸方向は同一の方向となる。

【0024】続いて、本実施形態に係る集光装置の作用について説明する。図 3 (a) ~ (c) は第 1 の光源 12 から出力された光、第 2 の光源 14 から出力された

光、第 1 の光源 12 から出力されて光学板 16 上に形成された光反射性薄膜 24 によって反射した光と第 2 の光源 14 から出力され光学板 16 内および光学板 16 上に形成された光透過性薄膜 26 を透過した光との合成光を、それぞれ光軸に対して垂直に切った場合の断面図である。

【0025】第 1 の光源から出力された光は、半導体レーザアレイスタック 20 から出力されたレーザ光を複数のシリンドリカルレンズ 22 によって平行化しているため、図 3 (a) に示すような互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となる。第 2 の光源から出力された光も同様に、図 3 (b) に示すような互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となる。ここで、光学板 16 は、第 1 の光源 12 から出力された光を、表面 16a に形成された光反射性薄膜 24 によって反射させ、また第 2 の光源 14 から出力された光を、内部および表面 16a に形成された光透過性薄膜 26 を透過させるような位置に配置されている。よって、これらの反射光と透過光は、互いに重ならず且つ互いに同一方向（図 1 の x 方向）に進行し、その断面は図 3 (c) のようになる。その結果、これらの反射光と透過光の合成光は、第 1 の光源 12 から出力された光、または第 2 の光源 14 から出力された光と比較して 2 倍の密度を有する光となる。

【0026】また、第 1 の光源 12 から出力されるレーザ光は、半導体レーザアレイ 17 の積層方向と垂直の偏光方向、具体的には図 1 の x 軸に平行な偏光方向を有して z 方向に進行する。したがって、第 1 の光源 12 から出力されるレーザ光は、光軸に対して 45° の角度をもって設置された光学板 16 の表面 16a に形成された光反射性薄膜 24 によって反射されると、z 軸に平行な偏光方向を有するレーザ光として x 方向に進行することになる。

【0027】一方、第 2 の光源 14 から出力されるレーザ光は、半導体レーザアレイ 17 の積層方向と垂直の偏光方向、具体的には図 1 の z 軸に平行な偏光方向を有し x 方向に進行し、光学板 16 内および光学板 16 の表面 16a に形成された光透過性薄膜 26 を透過しても偏光方向および進行方向は変わらない。

【0028】よって、第 1 の光源 12 から出力され光学板 16 上に形成された光反射性薄膜 24 によって反射した光と第 2 の光源 14 から出力され光学板 16 内および光学板 16 上に形成された光透過性薄膜 26 を透過した光の合成光は、z 軸に平行な偏光方向を有し、x 方向に進行する光となる。

【0029】さらに、本実施形態に係る集光装置の効果について説明する。集光装置 10 は、第 1 の光源 12 から出力した光と第 2 の光源 14 から出力した光とを、互いに重ならないように合成することができるため、空間的に均一に、しかも効率良く光密度を増加させることが

可能となる。したがって、構造上、光密度が小さくなってしまふ半導体レーザアレイスタックからの出力光を、効率良く増加させることが可能となる。

【0030】また、偏光ビームスプリッタをもちいて光密度を増加させる装置など異なり、レーザ光の偏光方向を揃えた状態で光密度を増加させることが可能であるため、例えばNd:YLF、Nd:YVO<sub>4</sub>に代表される、光の吸収において偏光依存性を有する固体レーザ媒質を効率良く励起することができる光を出力することが可能となる。

【0031】続いて、本発明の第2の実施形態に係る集光装置について説明する。図4は、本実施形態に係る集光装置30の斜視図である。集光装置30が第1の実施形態に係る集光装置10と構成上異なる点は、第1の実施形態に係る集光装置10は、2つの光源から出力された光を合成するために、2つの光源と1枚の光学板から構成されていたのに対し、集光装置30は、3つの光源から出力された光を合成するために、3つの光源と2枚の光学板から構成されていることである。

【0032】第1の光源32は、第1の実施形態に係る集光装置の光源と同様に、半導体レーザスタック20とシリンドリカルレンズ22とから構成されている。したがって、第1の光源32から出力される光は、互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となる。

【0033】第1の光学板34は、透光性物質を主材としたプレートであり、第1の光源12から出力された光束の光路上に、その光軸と45度の角度をもって設置されている。第1の光学板34の主面のうち第1の光源32から出力された光が入射する方の面（以下表面34aという）上の、第1の光源32から出力された光束が入射する部分およびその近傍には、光反射性薄膜24が形成されている。具体的なパターンは図5（a）に示すような、ストライプ形状となっている。また、表面34a上の、上記光反射性薄膜24が形成されていない部分には光透過性薄膜26が形成されている。よって、具体的なパターンは図5（a）に示すような、になっている。

【0034】第2の光源36も第1の光源32と同様な構成になっており、第2の光源36から出力された光が、その光軸と45°の角度をなして第1の光学板34の裏面34bに入射できるような向きに配置されており、かつ、第2の光源36から出力された互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束が、第1の光学板34の表面34aに形成された光透過性薄膜26の部分を透過できるような位置に配置されている。

【0035】第1の光学板34が第1の光源32から出力された光束の光軸および第2の光源36から出力された光束の光軸の双方と45°の角度を有して配置されていることにより、第1の光源32から出力され、第1の光学板34上に形成された光反射性薄膜24によって反

射した複数のストライプ状の光束と、第2の光源36から出力され、第1の光学板34内および第1の光学板34上に形成された光透過性薄膜26を透過した複数のストライプ状の光束は同一の光軸方向を有することになる。その結果、この合成光は互いに平行で密に配列された複数のストライプ状の光束となる。

【0036】第2の光学板38は、透光性物質を主材としたプレートであり、上記合成光の光路上に、その光軸と45°の角度をなして設置されている。第2の光学板38の主面のうち、上記合成光が入射する面の反対側の面（以下表面38aという）上の、上記合成光が透過する部分およびその近傍には、上記合成光が透過できるように光透過性薄膜26が形成されており、それ以外の部分には、後に説明する第3の光源40から出力された光束を反射できるように、光反射性薄膜24が形成されている。具体的なパターンは図5（b）に示すようなストライプ形状となっている。

【0037】第3の光源40も第1の光源32と同様な構成になっており、第3の光源40から出力された互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束が、第2の光学板38の表面34aに入射し、第2の光学板38の表面34aに形成された光反射性薄膜24の部分で反射するような位置に配置されている。

【0038】図6（a）～（e）はそれぞれ第1の光源32、第2の光源36、第3の光源40から出力された光、第1の光源32から出力された光と第2の光源36から出力された光との合成光、第1の光源32、第2の光源36、第3の光源40から出力された光の合成光を、それぞれ光軸に対して垂直に切った場合の断面図である。

【0039】第1の光源32、第2の光源36、第3の光源40から出力された光はそれぞれ、半導体レーザアレイスタック20から出力されたレーザ光を複数のシリンドリカルレンズ22によって平行化しているため、図3（a）、（b）、（c）に示すような互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となる。

【0040】第1の光源32から出力された光は、第1の光学板34の表面34aに形成された光反射性薄膜24によって反射し、また、第2の光源36から出力された光は、第1の光学板34内および第1の光学板34の表面34aに形成された光透過性薄膜26を透過する。よってこれらの反射光と透過光は、互いに重ならず且つ互いに同一方向（図1のx方向）に進行するので、その断面は図6（d）のようになる。その結果、これらの反射光と透過光の合成光は、第1の光源32から出力された光、または第2の光源36から出力された光と比較して2倍の密度を有する光となる。

【0041】さらに、第3の光源40から出力された光は、第2の光学板38の表面38aに形成された光反射性薄膜24によって反射し、また、上記合成光は、第2

の光学板 38 内および第 2 の光学板 38 の表面 38 a に形成された光透過性薄膜 26 を透過する。よってこれらの反射光と透過光は、互いに重ならず且つ互いに同一方向（図 1 の x 方向）に進行するので、その断面は図 6

(e) のようになる。その結果、これらの反射光と透過光の合成光は、第 1 の光源 32 から出力された光、または第 2 の光源 36 から出力された光、または第 3 の光源から出力された光と比較して 3 倍の密度を有する光となる。さらに、この第 1 の光源 32、第 2 の光源 36、第 3 の光源 38 から出力した光の合成光は、図 4 の z 軸に

平行な偏光方向を有し、x 方向に進行する光となる。  
【0042】本実施形態に係る集光装置のような構成とすることにより、3 つあるいはそれ以上の光源から出力した光を互いに重ならないように合成することができるため、空間的に均一に、しかもより効率良く光密度を増加させることが可能となる。また、レーザ光の偏光方向を揃えた状態で光密度を増加させることが可能となる。

【0043】図 7 は本発明の第 3 の実施形態にかかる集光装置の斜視図である。本実施形態に係る集光装置 50 は、第 1 の実施形態に係る集光装置 10 の各光源を、その光軸を軸に  $90^\circ$  だけ回転させた集光装置である。各光源を  $90^\circ$  回転させたことにより、光学板 54 の反射膜パターンも図 8 に示すように  $90^\circ$  回転したパターンとなっている。

【0044】図 9 (a) ~ (c) は第 1 の光源 52 から出力された光、第 2 の光源 56 から出力された光、第 1 の光源 52 から出力された光と第 2 の光源 56 から出力された光との合成光を、それぞれ光軸に対して垂直に切った場合の断面図である。

【0045】第 1 の光源 52 から出力された光は、半導体レーザアレイスタック 20 から出力されたレーザ光を複数のシリンドリカルレンズ 22 によって平行化しているため、図 9 (a) に示すような互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となる。第 2 の光源 56 から出力された光も同様に、図 9 (b) に示すような互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となる。よって、第 1 の光源 52 から出力された光と第 2 の光源 56 から出力された光との合成光は図 9 (c) に示すように、第 1 の光源 52 から出力された光、または第 2 の光源 56 から出力された光と比較して 2 倍の密度を有する光となる。また、上記合成光は y 軸に平行な偏光方向を有するレーザ光として x 方向に進行することになる。

【0046】上記のような構成としても、第 1 の実施形態に係る集光装置 10 と同様に、2 つの光源から出力された光を偏光方向を揃えた状態で合成し、効率良く光密度を増加させることができる。

【0047】図 10 は、本発明の第 4 の実施形態に係る集光装置 60 の斜視図である。本実施形態に係る集光装置 60 は、本発明の第 1 の実施形態に係る集光装置 1

0、本発明の第 3 の実施形態に係る集光装置 50 および偏光ビームスプリッタ 62 から構成されており、偏光ビームスプリッタ 62 は、集光装置 10 から出力された光と集光装置 50 から出力された光とを合成することができるように、集光装置 10 から出力される光の光路上かつ集光装置 50 から出力される光の光路上である位置に配置され、各光軸に対して  $45^\circ$  の角度を有している。

【0048】集光装置 10 と集光装置 50 に用いられている光学板 16、54 の表面には、各実施形態の欄で説明したように、光反射性薄膜 24 と光透過性薄膜 26 がストライプ状に形成されており、具体的には図 11

(a)、(b) に示すようなパターンになっている。

【0049】集光装置 10 の第 1 の光源 12、第 2 の光源 14 および集光装置 50 の第 1 の光源 52、第 2 の光源 56 から出力される光は、それぞれ図 12 (a)、

(b)、(d)、(e) に示すように、互いに平行で等間隔に配列された複数のストライプ状の光束となっている。これらの光が各光学板によって合成され、集光装置 10 および集光装置 50 からはそれぞれ、図 12

(c)、(f) に示すように、互いに平行で密に配列された複数のストライプ状の光束が出力される。これらの光束を偏光ビームスプリッタ 62 を用いて合成することにより、図 12 (g) に示すように極めて密度の高い格子状の断面を有する光を出力することができるようになる。

【0050】本実施形態に係る集光装置 60 においては、最終的に出力される光は、2 つの偏光方向が混在する状態であるが、偏光ビームスプリッタ 62 を用いて光を合成する前に、本発明の第 1 の実施形態に係る集光装置 10 および集光装置 50 を用いて光密度を増加させていることから、極めて光密度の高い出力光を生成することが可能となる。

【0051】上記各実施形態に係る集光装置に用いた光学板には、光反射性薄膜 24 がストライプ状に形成されていたが、これは、各光源から出力された光を有効に反射あるいは透過することができれば、図 13 に示すような長方形を並べたパターンを用いても良いし、図 14 に示すような周囲を囲まれたストライプ形状であっても良い。また、光源から出力された光を効率よく透過することが可能であれば光透過性薄膜 26 が形成されていなくても良い。

【0052】

【発明の効果】本発明の集光装置は、例えば半導体レーザアレイスタックから出力される出力光のような、断面が互いに平行な複数のストライプ状となっている密度の低い光束の光密度を効率良く増加させることができる。また、偏光方向を揃えたまま光密度を増加させることができ、例えば  $\text{Nd:YLF}$ 、 $\text{Nd:YVO}_4$  に代表される、光の吸収において偏光依存性を有する固体レーザ媒質励起光源として使用する場合は、励起効率を向上さ



11

せることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る集光装置の斜視図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係る集光装置で用いる光学板の平面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る集光装置によって光が合成される様子を表した図である。

【図 4】本発明の第 2 の実施形態に係る集光装置の斜視図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態に係る集光装置で用いる光学板の平面図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態に係る集光装置によって光が合成される様子を表した図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施形態に係る集光装置の斜視図である。

【図 8】本発明の第 3 の実施形態に係る集光装置で用いる光学板の平面図である。

【図 9】本発明の第 3 の実施形態に係る集光装置によっ

12

て光が合成される様子を表した図である。

【図 10】本発明の第 4 の実施形態に係る集光装置の斜視図である。

【図 11】本発明の第 4 の実施形態に係る集光装置で用いる光学板の平面図である。

【図 12】本発明の第 4 の実施形態に係る集光装置によって光が合成される様子を表した図である。

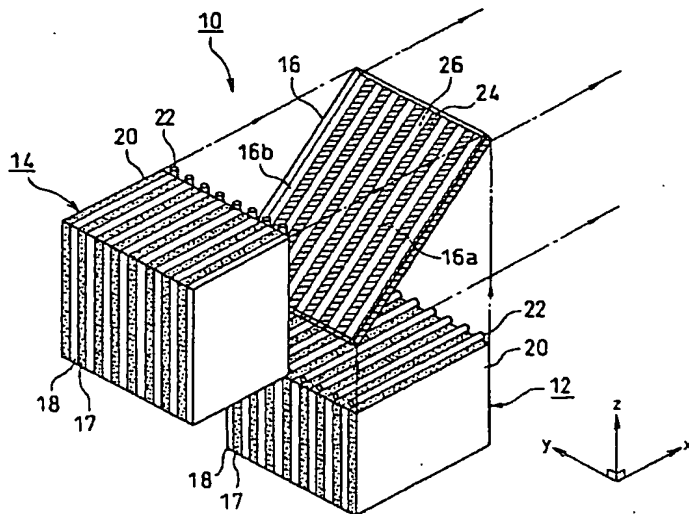
【図 13】本発明の実施形態に係る集光装置で用いる光学板の平面図である。

10 【図 14】本発明の実施形態に係る集光装置で用いる光学板の平面図である。

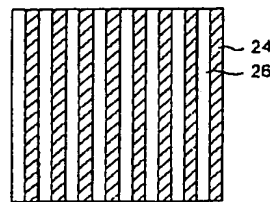
【符号の説明】

10、30、50、60…集光装置、12、32、52…第 1 の光源、14、36、56…第 2 の光源、16、54…光学板、17…半導体レーザアレイ、18…水冷プレート、20…半導体レーザアレイスタック、22…シリンドリカルレンズ、24…光反射性薄膜、26…光透過性薄膜、34…第 1 の光学板、38…第 2 の光学板、40…第 3 の光源、62…偏光ビームスプリッタ

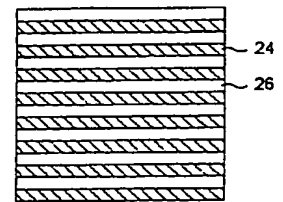
【図 1】



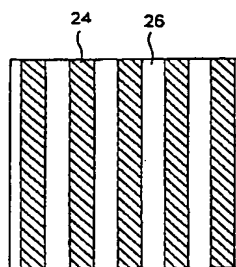
【図 2】



【図 8】

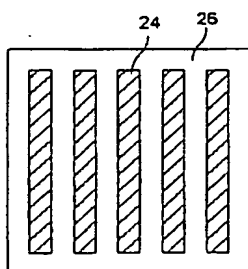


【図 5】

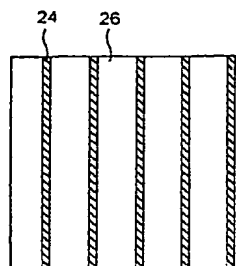
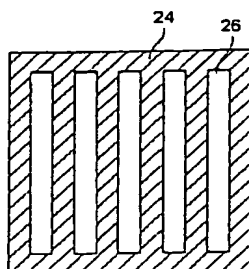


(a)

【図 13】

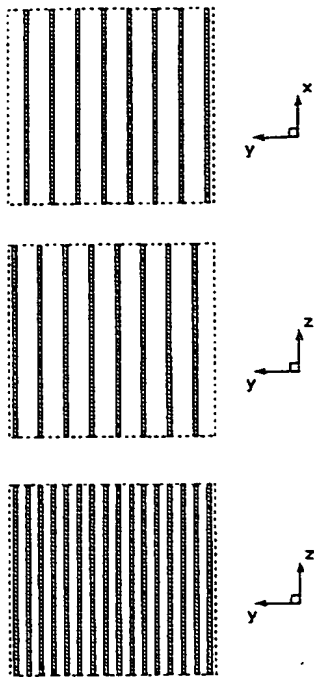


【図 14】

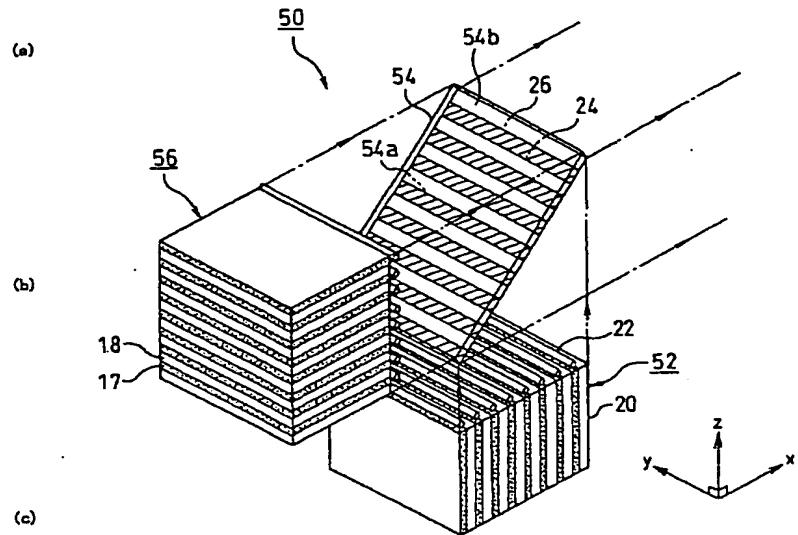


(b)

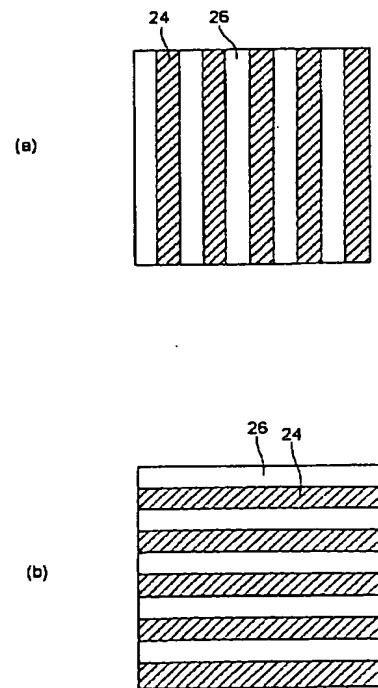
【図 3】



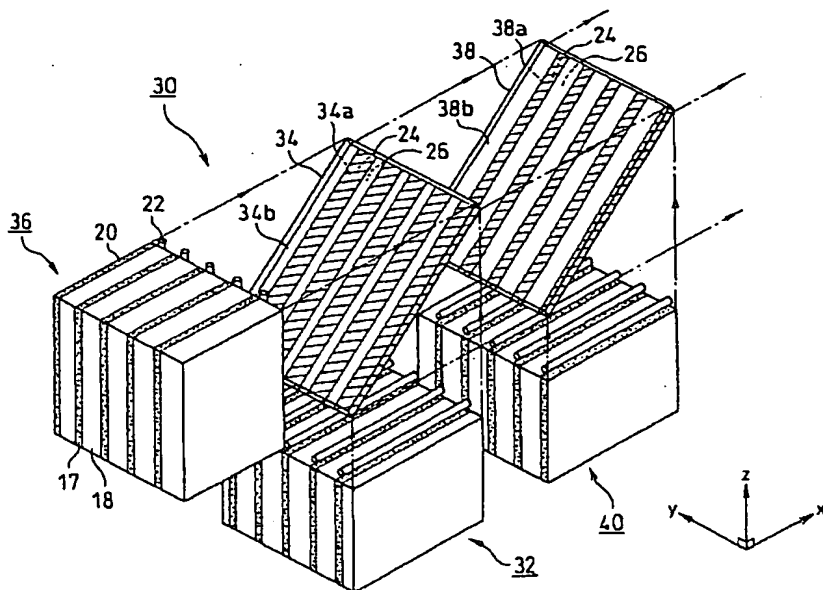
【図 7】



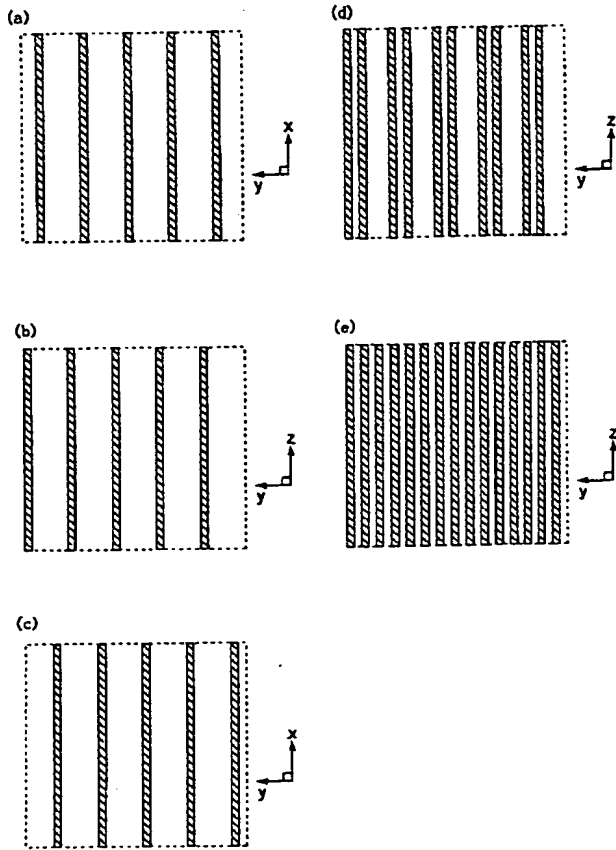
【図 1 1】



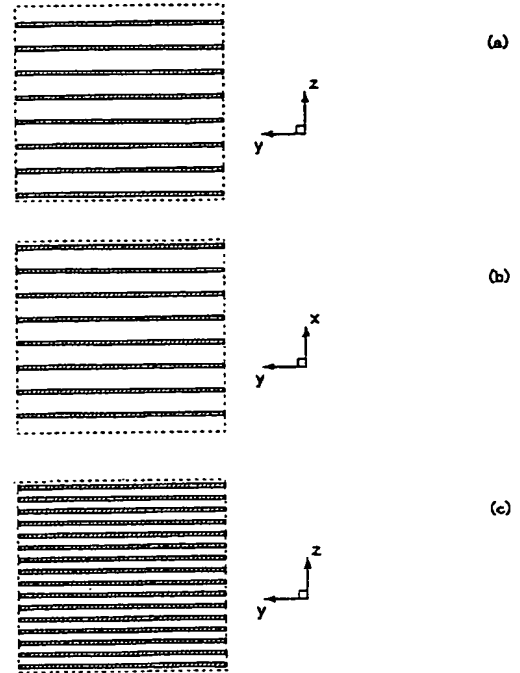
【図 4】



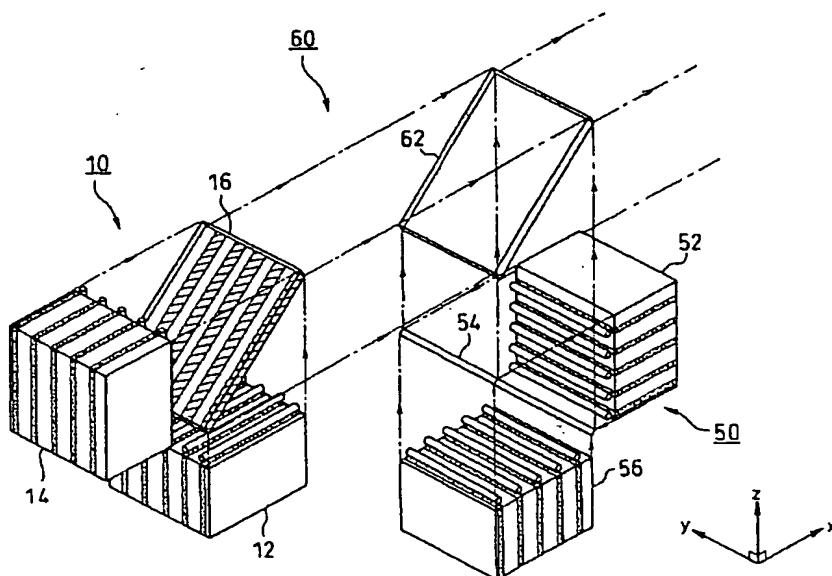
【図 6】



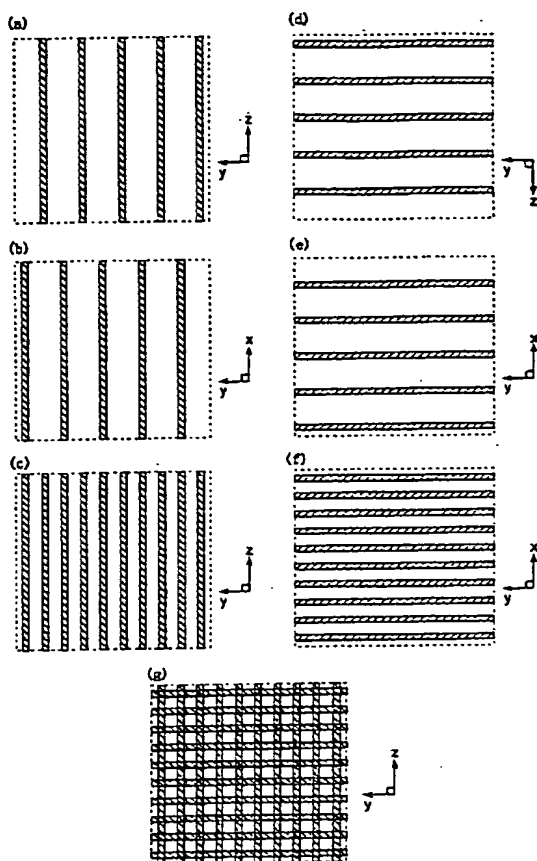
【図 9】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 大林 寧  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
 トニクス株式会社内

(72)発明者 齊藤 正之  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
 トニクス株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**